

# La nutrición: ciencia básica y las bases de la nutrición

Académico Óscar Jaramillo Robledo

**E**l problema de la respiración externa, captación del oxígeno y eliminación del anhídrido carbónico, estaba resuelto en los seres unicelulares suspendidos en el mar primitivo. La solución había sido la simple difusión por diferencia de concentraciones entre el ser vivo y el medio que lo rodeaba. Aparecería más tarde la muy complicada membrana celular que se encargó del transporte activo y de mantener diferencia de concentraciones de algunas sustancias en el interior de la célula, todo mediado por un trabajo intenso, con consumo de energía.

En el caldo primigenio la diferencia de presiones y de concentraciones entre el ser vivo y su medio era condición esencial.

El imaginarse una única célula no plantearía ningún tipo de problema para asegurar su existencia. Pero enormes poblaciones que se comportaban como un gigantesco animal viviente ocupando una buena parte de la extensión de los océanos, sí exigían algunas condiciones para permitir los permanentes recambios necesarios para mantener vivos cada uno de los componentes de ésta primitiva biosfera.

Es una hipótesis pensar que las mareas renovaban en forma continua los ambientes líquidos saturados, moviendo grandes masas de aguas frescas y que los vientos recambiaban las atmósferas enrarecidas.

Cuando los primeros animales abandonaron el mar ya habían hecho múltiples ensayos para adaptarse al nuevo medio. El reciente animal terrestre, provisto de esqueleto para vencer la gravedad, estaba perdiendo la visión que tan largos y tan complejos esfuerzos le habían costado en el transcurso de la evolución. La córnea, siempre bañada por agua oceánica, se reseca en su contacto con el aire y perdía todas las características de transparencia necesarias para su función. Sin remedio los animales se quedarían

ciegos. Para resolver tal problema se le ocurrió a la naturaleza una hermosa solución: una glándula productora de agua de mar, mantendría húmedo el ojo de manera constante. Por esto las lágrimas son saladas. Saben a agua de mar y son agua de mar. Toda tristeza y toda alegría nos evoca el océano primitivo y unas gotas de agua de mar vuelven a nosotros.

Ya el animal había arrastrado consigo un buen trozo de mar, nuestros líquidos corporales, donde habitarían cada una de las células. ¿Pero como mantener las refrescantes mareas y como hacer que cada una de las células mantuviera su contacto con la atmósfera primitiva? ¿Cómo simular éstos grandes movimientos de agua y de aire? Se hicieron entonces necesarias las mareas internas y se convirtieron en irremplazables los vientos. Pero no existía la influencia lunar para mantener activas las aguas del mar ni los cambios de temperatura de las masas de aire para mantenerlas en perpetuo movimiento. Dos grandes bombas deberían asegurar ésta actividad en el medio interno. El devenir de las crestas marinas se vio replicado por la sístole y la diástole. El barrido del viento sobre las superficies marinas se tradujo en inspiración y espiración. Aparecen la bomba de los vientos, el sistema respiratorio y la bomba de las mareas, el sistema cardiovascular. Se aseguró a cada pequeño ser viviente, a cada célula flotante en las aguas interiores, atmósfera renovada y agua fresca. Se aseguró así la vida de los seres multicelulares.

El mar tranquilo no es bueno para la célula, el viento en calma detiene el viaje.

La parálisis de las bombas es incompatible con la vida.

Los conocimientos particulares - en contraste con las ideas generales- son, sin lugar a dudas, necesarios en el ejercicio de las ciencias por su capacidad de re-

---

\* Cirujano del Tórax. Presidente Academia de Medicina de Caldas y de la Asociación Colombiana de Nutrición Clínica.

resolver los problemas específicos. La mayor parte de la información que recibimos trata de temas puntuales. Sin embargo, cuando se quiere mirar una ciencia como un todo es prudente alejarse de esos saberes puntuales y desde la distancia contemplarla como un todo. La nutrición como ciencia no puede apartarse de este principio. Nos detenemos en la molécula, la cantidad, el efecto secundario, pero no en la evaluación de la nutrición en un contexto general que permita entenderla como un universo.

La vida permanece si el ser vivo es capaz de mantenerse como miembro activo de los ciclos a los que está integrado: el ciclo de la energía, el ciclo del agua, el ciclo del oxígeno, el ciclo del carbono, el ciclo del nitrógeno, el ciclo del fósforo, y algunos otros más. Cuando existe equilibrio o balance positivo para el ser viviente su estancia está asegurada. Por el contrario, cuando el ser vivo no es capaz de proveerse de más elementos de los que pierde, el proceso vital entra en decadencia y aparecen los signos de la muerte, entendida, no como un momento, sino como un proceso. Es cierto, aún estando todo lo sanos que queramos, que morimos un poco todos los días. En la enfermedad y en especial en la malnutrición, alejados de la participación de los ciclos de la vida, morimos más de lo que debiéramos cada día. No puede haber prioridad mayor en el ejercicio de las ciencias para la salud que mantener al hombre dentro de los ciclos biológicos -energía, oxígeno, agua, nitrógeno etc.- antes de pensar en otras entidades nosológicas que afectan al ser humano. Así, la nutrición podría definirse como aquella ciencia que mantiene al hombre dentro de los ciclos biológicos y debe considerarse la ciencia básica por excelencia, pues, sobre una nutrición adecuada debe construirse la totalidad del ejercicio de las ciencias para la salud.

La ley de la conservación de la materia nos enseña que la materia no se crea ni se destruye. La masa total de materia viva que ha existido desde la aparición de la vida en la tierra supera a la masa de nitrógeno y carbono disponible en el planeta. Por tanto, el nitrógeno y el carbono deben haberse utilizado en repetidas veces para hacer parte de los seres vivos. En este sentido la reencarnación -no del alma sino de la materia- es un hecho innegable.

Los vegetales fijan una gran cantidad de carbono. Por ejemplo, una hectárea de caña de azúcar fijará desde la atmósfera 20 toneladas de carbono. El carbono está depositado desde hace millones de años en forma de carbón y de petróleo. Este carbono estará disponible, de nuevo, por la combustión de éstos hermosos fósiles informes. La mayor parte del carbono de la tierra se encuentra en forma de carbonatos. Si no existiera la posibilidad de renovación, las plantas

agotarían las reservas disponibles de carbono. La respiración de las células animales devuelve una buena cantidad del carbono en forma de  $\text{CO}_2$  que resulta del metabolismo de los vegetales consumidos por ellas, otra cantidad apreciable procede de la descomposición de las plantas y los animales muertos mediada por hongos y bacterias.

La fuente de nitrógeno para la síntesis de aminoácidos y proteínas son los nitratos del agua y de los suelos. Los nitratos son absorbidos por las plantas para la formación de proteínas. Los animales consumen las plantas y producen sus propios aminoácidos y proteínas. El nitrógeno del aire puede ser fijado por algas verdeazuladas y por bacterias del suelo. Las raíces de algunas leguminosas se combinan con bacterias logrando así la fijación de nitrógeno atmosférico, función que no pueden realizar en forma aislada. Los residuos azoados de los animales y la descomposición de sus aminoácidos y proteínas generan el amoníaco que es convertido en nitritos y nitratos, reiniciando el ciclo.

La primera ley de la termodinámica señala que la energía no se crea ni se destruye sino que se transforma. La segunda ley de la termodinámica enseña que cuando la energía se transforma de un tipo en otro disminuye la cantidad útil, pues una parte se disipa en forma de calor.

Solo un 3% de la energía solar que les llega a las plantas es fijada por la fotosíntesis en forma de enlaces moleculares. El animal que consume la planta libera la cantidad de energía por ella fijada perdiendo una parte en forma de calor. Si éste animal es devorado por otro liberará de nuevo esa energía, utilizando una parte y desperdiciando, de nuevo, otra porción en forma de calor. De tal manera que la energía útil va disminuyendo en la pirámide alimentaria y, por tanto, el número de depredadores se irá haciendo cada vez menor.

De acuerdo con la manera como los seres vivos se proveen su nutrición, pueden dividirse en autotróficos y heterotróficos. Autotróficos son los que pueden captar su energía mediante la fotosíntesis o mediante reacciones químicas -quimiosintéticos-, y los heterotróficos son incapaces de proveerse su propia energía y deben obtenerla de los autotróficos o de materia orgánica en descomposición -saprofitos-. Si en ser viviente debe buscar, capturar, comer, digerir y absorber el alimento es denominado holozóico. Por tanto, el hombre, desde el punto de vista de la manera de nutrirse, debe clasificarse como heterotrófico, holozóico.

En un concepto más general del que la fisiología humana clásica ha manejado, es útil extender el concepto de nutriente a todas aquellas sustancias necesarias para la vida. Con frecuencia nos olvidamos que el más prioritario de los "nutrientes" es el oxígeno mismo, re-

ceptor final de electrones en las cadenas óxido reductoras. La autonomía del organismo de sobrevivir una determinada cantidad de tiempo con la supresión de uno de los nutrientes define su prioridad. A este hecho podríamos llamarlo Principio de Prioridad. Es clara la preponderancia del oxígeno, sin el cual la vida se encuentra amenazada en minutos. Es tolerable la supresión del agua y de algunos electrolitos durante unos pocos días. La falta de proteínas empieza a ejercer efectos adversos a partir de la primera semana. La deficiencia de ácidos grasos insaturados hará sus estragos en el primer mes. Serán evidentes los síndromes por déficit de vitaminas en unas pocas semanas o meses y los de elementos traza en meses o años. En este mismo orden deben ser corregidos los déficits nutritivos. Es de primer orden la oxigenación del enfermo. Al paciente hipóxico es inútil suplirle otros nutrientes. De urgencia son la corrección de la deshidratación y de los desequilibrios electrolíticos. El paciente hipoperfundido no utilizará nutriente alguno. El paciente oxigenado e hidratado deberá recibir como siguiente paso proteínas. Las grasas insaturadas, las vitaminas y los elementos traza, al igual que los carbohidratos darán una espera.

Otro parámetro para evaluar la importancia de los nutrientes es la posibilidad de ser producidos endógenamente a partir de otros nutrientes. Este concepto general podría conocerse como Principio de Esencialidad. La capacidad de generación de nutrientes por el organismo es muy limitada, pues somos heterotróficos, y se reduce sólo a ciertas transformaciones, tales como la producción de glucosa a partir de aminoácidos, de grasas saturadas a partir de carbohidratos y proteínas, y de algunos aminoácidos. Todos los demás nutrientes son esenciales y ésta característica puede clasificarse en grados de acuerdo al tiempo que el organismo puede sobrevivir sin daño a su supresión: Esencialidad Muy Alta -Oxígeno-; Alta -Agua y Electrolitos-; Moderada -Proteínas, Lípidos Esenciales-; Baja -Vitaminas, Elementos Trazas-; Nula -grasas saturadas, aminoácidos no esenciales-. De todas maneras la supresión prolongada de cualquiera de los nutrientes llevará a un daño orgánico y casi siempre a la muerte.

El Principio de Dependencia nos pone en alerta, pues enseña que la deficiencia de cualquier nutriente altera de manera más o menos importante el metabolismo de los demás nutrientes. La falta de carbohidratos altera el metabolismo de proteínas y lípidos, la deficiencia de uno solo de los aminoácidos esenciales perturba la utilización de los demás en la síntesis de proteínas, la carencia de oxígeno o de agua o de electrolitos, compromete el metabolismo de todos los

demás nutrientes. La limitación en la ingesta o el metabolismo de los carbohidratos conduce a lipólisis.

Somos parte de los ciclos de la naturaleza y en nosotros confluyen elementos tan frecuentes como el nitrógeno, el oxígeno y el carbono y otros tan escasos como el cobalto o el molibdeno. Ningún elemento de la naturaleza nos es extraño y dependemos para una perfecta salud de todos ellos. A este hecho lo podríamos llamar Principio de Universalidad. El concepto se puede ver demostrado en los pacientes que han recibido soporte nutricional parenteral durante largos períodos de tiempo. A medida que se prolonga la nutrición artificial han aparecido deficiencias de elementos que antes no se consideraban siquiera en forma remota como parte de la estructura humana.

El Principio de Precisión, se acerca al concepto que la cantidad dada de un nutriente debe moverse dentro de límite que a veces son bastante estrechos. La falta del nutriente termina en deficiencia, su exceso lleva a falta de utilización, a trastornos en el metabolismo de los demás nutrientes o a daño corporal. Las enfermedades por deficiencia de nutrientes son del dominio de la nutrición. Pero en el otro extremo están los síndromes por exceso de nutrientes. Las degeneraciones grasas del hígado, los daños cerebrales, las hiperamonemias y las acidosis metabólicas por dosis elevadas de aminoácidos, la toxicidad de las vitaminas, solo por dar algunos ejemplos. La precisión es la característica de aquellos que manejan con conocimiento el soporte metabólico y nutricional, alejándonos del criterio que si una cantidad es buena, más de lo mismo deberá ser mejor. También, nos aparta de la "hiperalimentación" como principio de soporte nutricional, si bien debemos guardarle a éste nombre la máxima consideración por el respeto histórico que se merece.

Este último efecto lleva al Principio de No Inocuidad: Ningún nutriente suministrado de manera anómala es completamente inocuo.

Estas reflexiones y estos principios serían solo una aproximación a la manera de volver a las ideas generales, un buen camino para el desarrollo de las ciencias.

"Una operación que tiene lugar dos o tres veces por día, y cuya finalidad es alimentar la vida, merece seguramente todos nuestros cuidados. Comer un fruto significa hacer entrar en nuestro ser un hermoso objeto viviente, extraño, nutrido y favorecido como nosotros por la tierra; significa consumir un sacrificio en el cual optamos por nosotros frente a las cosas Jamás mordi el pan de los cuarteles sin maravillarme de que ese amasijo pesado y grosero pudiera transformarse en sangre, en calor, acaso en valentía".

## Comentario al trabajo La nutrición: ciencia básica

Académico **Efraím Otero-Ruiz**

**E**l término "nutrición" se ha usado y abusado mucho, sin que quienes lo emplean se detengan a pensar en los conceptos fundamentales que implica: por eso el autor propone un tratamiento comprensivo de la nutrición como ciencia de los organismos vivos, empezando por decirnos que ellos forman parte de uno o de varios ciclos característicos de la biosfera, como son el de la energía, el del agua, el del oxígeno, el del carbono, del fósforo y algunos otros macro o micro elementos. Y es justamente la integración armónica con esos ciclos la que define la vida, así como el separarse de ellos, aunque sea gradual y fragmentariamente, representa la muerte, configurada como todo un proceso. Por eso, al decir que aunque sanos, morimos un poco cotidianamente, hubiera podido resumir ese párrafo con el verso inicial del inmortal soneto de Julio Flórez, escrito hace ya un siglo: "Algo se muere en mí todos los días".

Como colorario, entra a definir la nutrición como aquella ciencia "que mantiene al hombre dentro de los ciclos biológicos" y que, por tanto, constituye la ciencia básica por excelencia puesto que, retomando las palabras de Claude Bernard, constituye la ciencia del medio interno y el externo.

Al hablar de la indestructibilidad de la materia durante esos ciclos debemos acordarnos que, aquello que se tomó como una afirmación meramente filosófica durante muchas centurias y en que se basaron las ideas de reencarnación de los hindúes, sólo vino a comprobarse experimentalmente hace 50 años, a partir de la era atómica, cuando los trazadores isotópicos mostraron como los átomos de un mismo elemento pasan cíclicamente de lo orgánico a lo inorgánico, de lo vivo a lo muerto, cumpliendo en esa forma la primera ley de la termodinámica y permitiendo técnicas tan espectaculares como la datación precisa de restos vegetales y animales por medio del carbono-14.

Justamente a raíz del ciclo del carbono el autor nos señala los vínculos indisolubles entre respiración y nutrición en vegetales y animales, mostrando cómo en los niveles celulares el final último del proceso metabólico, aerobio o anaerobio, en la liberación directa o indirecta de energía (mediada o no por la ganancia de electrones en las moléculas de ADP) con la producción colateral de CO<sub>2</sub> y agua que reingresan a sus ciclos respectivos. Dentro de ese proceso, y a través de la intervención de las proteínas y ácidos grasos en el ciclo de Krebs, van a ingresar los otros ciclos que el autor nos describe como los del oxígeno, el nitrógeno y el fósforo, parte integrante y necesaria de toda actividad vital, al menos en el ser heterotrófico y holozoico que es el hombre.

Regresando un poco teleológicamente a ese ser elemental, uni o pluricelular, que se debatía hace muchos millones de años en el caldo primigenio, el autor nos recuerda cómo un paso esencial para salir del mismo fue la creación y definición de una membrana, semipermeable, diría yo, para permitir la entrada y salida discriminada de líquidos, electrolitos y nutrientes. De ahí pasa a describirnos el surgimiento de las bombas, circulatoria y respiratoria, para poner en movimiento los líquidos y los gases, ellos a su vez mecanismo y consecuencia de los ciclos anteriormente mencionados. Le falta quizás por mencionar otra bomba que Homer Smith, el creador de la nefrología en Norteamérica, mencionaba en sus lecciones inolvidables y es la del túbulo y glomérulo renal, que permitió por vez primera que ese organismo primitivo mantuviera concentraciones electrolíticas muy diferentes a las de su medio externo y contara con mecanismos para eliminar líquidos o detritos no deseables. No se nos escapa la trascendental importancia que en décadas recientes y a nivel celular se ha dado a esas llamadas "bombas de sodio, de potasio y de calcio" y el papel que juegan,

no sólo en la regulación de la tensión arterial sino en la misma actividad eléctrica cerebral, proceso eminente que distingue al "homo sapiens" por encima de todos los seres de la creación.

Fiel a los principios generales que propone desde el comienzo, el doctor Jaramillo nos afirma lo útil que es extender el concepto de nutriente a todas aquellas sustancias necesarias para la vida, empezando por el oxígeno: de la urgencia con que se establezcan las carencias de cada uno de ellas (oxígeno, agua y electrolitos, proteínas, ácidos grasos, carbohidratos, vitaminas, micro elementos) deriva el llamado "principio de prioridad" y, como consecuencia práctica nos señala que el paciente deberá estar primero bien oxigenado y bien perfundido e hidratado para proceder luego a administrar, oral o parenteralmente, los otros nutrientes en orden de importancia.

El hecho de que esos nutrientes puedan ser o no producidos endógenamente nos da el "principio de

esencialidad" que, unido al anterior, determina cuáles de ellos podrán suprimirse permitiendo la supervivencia mediata o inmediata. Esas deficiencias cruzadas nos llevan al otro principio, el de "dependencia", en que la carencia de uno lleva a alteraciones sustanciales en el metabolismo o aprovechamiento de los otros; al de "universalidad", que destaca la importancia tanto de los macro como de los micro elementos en el soporte nutricional; el de "precisión", que señala los límites relativamente estrechos en que se mueven las cantidades de esos nutrientes cuyo defecto y cuyo exceso pueden ser igualmente deletéreos en la mayoría de los pacientes. Por eso él pone en duda el término "hiperalimentación" aunque le reconoce un connotado valor histórico. Y por último el "principio de la no-inocuidad", que señala que ningún nutriente suministrado de manera anómala es completamente inocuo, y que es como volver, en un recordatorio final, al "primum non nocere" de la clásica medicina hipocrática.